

グリッドコンピューティング環境における遠隔可視化処理の高速化に関する研究(3.2 第4回情報シナジー研究会, 3. 研究活動)

著者	田中 拓也, 江原 康生, 曽根 秀昭, 小山田 耕二
雑誌名	年報
巻	5
ページ	93-99
発行年	2006-06
URL	http://hdl.handle.net/10097/48524

グリッドコンピューティング環境における 遠隔可視化処理の高速化に関する研究

田中拓也* 江原康生† 曾根秀昭** 小山田耕二‡

* 東北大学大学院情報科学研究科 † 京都大学学術情報メディアセンター

** 東北大学情報シナジーセンター ‡ 京都大学高等教育研究開発推進センター

科学技術計算による大規模データの遠隔可視化に対する要求の一つとして、高速化が挙げられる。しかし、高速化を図る際のボトルネックの要因として、ネットワークにおける伝送遅延が考えられる。本研究では遠隔可視化の高速化を目的として、データ転送時間の削減を考える。具体的には、TCPを用いた場合のネットワーク転送における問題点を明確にし、その解決策の一案として、高速性と信頼性を有するプロトコルである RBUDP(Reliable Blast UDP) を我々の構築する遠隔可視化システムに実装した。また、データの転送方式と無駄な待ち時間の関係を調査するために、マルチスレッドを用いてデータ転送の並列化処理を実装した。そして、東北大学と京都大学間を SuperSINET により繋ぎ、長距離ネットワーク環境で性能評価実験を行う。本稿では、これらについて報告する。

Study on Speed-up for Remote Visualization in Grid Computing Environment

Takuya TANAKA*, Yasuo EBARA†, Hideaki SONE**, Koji KOYAMADA‡

* Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

† Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

** Information Synergy Center, Tohoku University

‡ Center for the Promotion of Excellence in Higher Education, Kyoto University

High-speed performance is one of quality which requested for remote visualization with large-scale science and technology computing. However, it is considered that transmission delay of network is a bottleneck factor. In this research, we discuss the reduction of data transmission in order to realize high-speed remote visualization. Concretely, we make clear some problems of visualization data transmission by using TCP protocol, and as one of the solutions, we implemented RBUDP(Reliable Blast UDP) protocol which is high-speed quality and reliance quality with our remote visualization system. In addition, we implemented parallel processing of data transmission with multithread in order to investigate relation between visualization data transmission form and useless latency. Then, we have evaluated in long-distance network environment that Tohoku University and Kyoto University are connected to Super SINET. In this report, we have expressed these contents.

グリッドコンピューティング環境における 遠隔可視化処理の高速化に関する研究

東北大学大学院情報科学研究科 田中拓也
京都大学学術情報メディアセンター 江原康生
東北大学情報シナジーセンター 曾根秀昭
京都大学高等教育研究開発推進センター 小山田耕二

1

目次

1. 序論
 1. 本研究の背景
 2. 本研究の目的
2. 遠隔可視化技術
 1. 遠隔可視化処理
 2. 分割可視化処理
 3. 従来の遠隔可視化システムにおける問題点
3. 遠隔可視化処理の高速化への提案
 1. RBUDP
 2. 並列転送と可視化処理
4. 遠隔可視化処理実験
 1. 実験環境
 2. 性能評価実験
 3. 考察
5. 結論
 1. 結論

2

1. 序論

1. 本研究の背景
2. 本研究の目的

3

1.1 本研究の背景(1)

- 情報の可視化は現象の分析を容易にし、他者との共通理解を得ることにも繋がる
- 計算機の処理能力の向上により、高度かつ大規模なシミュレーション結果の可視化が可能
- 高速ネットワーク網の整備により、遠隔地間で可視化データを共有しながら共同研究を進める、遠隔協調作業の有用性の高まり



4

1.1 本研究の背景(2)

- 可視化システムの非遍在
- 処理能力と要求性能の不一致
- 大規模な可視化データの実時間転送、共有技術は不十分



効率的な大規模データの遠隔可視化技術の開発

5

1.2 本研究の目的

- 効率的な大規模データの遠隔可視化
 - 遠隔可視化処理の高速化
 - ネットワーク利用効率化のため、高速性と信頼性を有するアプリケーションレベルのプロトコル RBUDP(Reliable Blast UDP)
 - 無駄な待ち時間の削減のため、可視化データの並列転送



これらをシステムに実装し、性能評価

6

2. 遠隔可視化技術

1. 遠隔可視化処理
2. 分割可視化処理
3. 従来の遠隔可視化システムにおける問題点

7

2.1 遠隔可視化処理

- クライアント／サーバモデルで実現
 - 可視化対象データの共有
 - 高性能サーバによる処理の高速化
- 大規模な3次元ボリュームデータの可視化のために、高速なネットワーク環境が必要



8

2.2 分割可視化処理

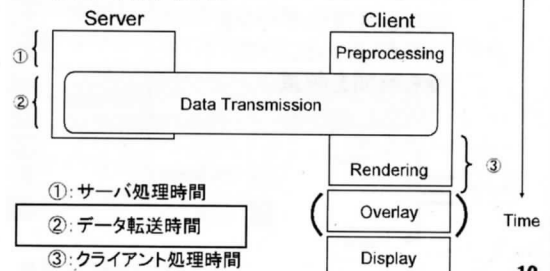
- 単一クライアントノードの物理メモリに納まらないような大規模なデータの可視化
 - サーバで可視化データを分割
 - クライアントでクラスタを構成し、可視化データを各ノードでレンダリング後重畳
 - 各ノードでのスワッピングを回避



9

2.3 従来の遠隔可視化システムにおける問題点(1)

- 遠隔可視化処理フロー



10

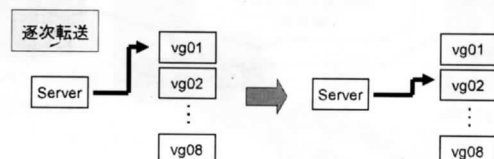
2.3 従来の遠隔可視化システムにおける問題点(2)

- 低速なデータ転送
 - 従来のシステムではTCP, UDPを実装
 - TCP : 再送処理やスループットの立ち上がりにRTT (Round-Trip Time) が大きく影響
 - RTTの大きい遠隔可視化処理では、影響大
 - UDP : パケットロス発生時、損失データの補填が不可
 - パケットロスが発生すると、レンダリングが実行できない

11

2.3 従来の遠隔可視化システムにおける問題点(3)

- 無駄な待ち時間
 - 分割可視化を行う上での、他レンダリングノードへのデータ転送中における待ち時間



12

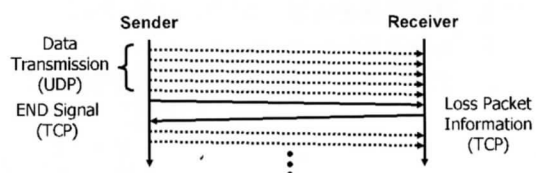
3. 遠隔可視化処理の高速化への提案

1. RBUDP
2. 並列転送と可視化処理

13

3.1 RBUDP

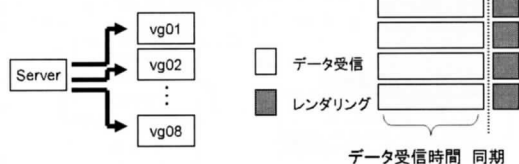
- 高速性, 信頼性を目指したプロトコル
 - UDPを用いて設定された送信レートでデータ転送
 - データ転送終了後にTCPで再送制御
- 公平性は考慮せず, TCPフレンドリではない



14

3.2 並列転送と可視化処理

- 各レンダリングノードに対し可視化データを並列転送することで, 待ち時間を削減



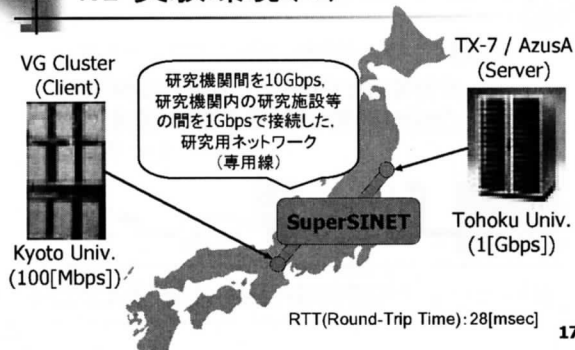
データ受信時間 同期 15

4. 遠隔可視化処理実験

1. 実験環境
2. 性能評価実験
 1. TCPとRBUDPにおけるデータ転送時間の比較実験
 2. 逐次転送と並列転送におけるデータ転送時間の比較実験
3. 考察
 1. TCPとRBUDPにおけるデータ転送時間の比較
 2. 逐次転送と並列転送におけるデータ転送時間の比較

16

4.1 実験環境(1)



17

4.1 実験環境(2)

- 可視化対象3次元ボリュームデータ

データ名	格子数	データサイズ[byte]	可視化画像
Hydrogen	64 × 64 × 64	262144	
Aorta	128 × 128 × 128	2097152	
Bonsai	256 × 256 × 256	16777216	

18

4.2 性能評価実験

4.2.1 TCPとRBUDPにおけるデータ転送時間の比較実験(1)

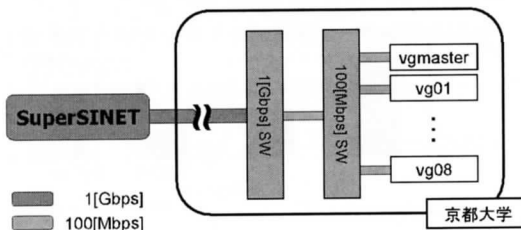
- TCPとRBUDPを使用し、遠隔可視化処理を実施
 - TCP
 - データ転送時間
 - RBUDP (送信レート: 100, 200, 300 [Mbps])
 - データ転送時間
 - パケットロス率

19

4.2 性能評価実験

4.2.1 TCPとRBUDPにおけるデータ転送時間の比較実験(2)

- 京都大学内構成

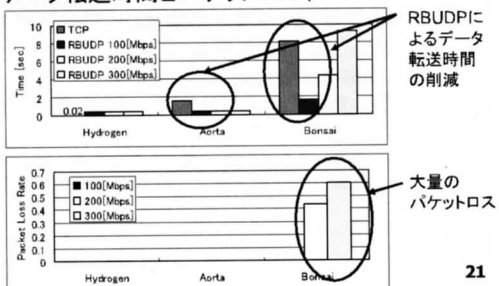


20

4.2 性能評価実験

4.2.1 TCPとRBUDPにおけるデータ転送時間の比較実験(3)

- データ転送時間とパケットロス率



21

4.2 性能評価実験

4.2.2 逐次転送と並列転送におけるデータ転送時間の比較実験(1)

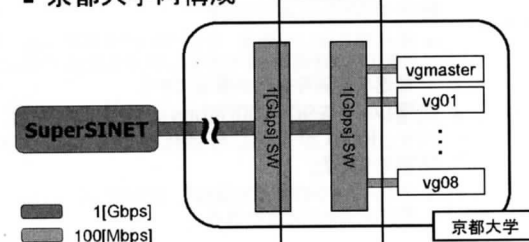
- マルチスレッドによりデータ転送を並列化し、遠隔可視化処理を実施
 - スレッド数を変化させて(1, 2, 4, 8), データ転送時間を測定
 - TCP
 - RBUDP (送信レート: 80[Mbps])
 - 送信レートを変化させて(20, 40, 60, 80[Mbps]), データ転送時間を測定
 - RBUDP (スレッド数: 8)

22

4.2 性能評価実験

4.2.2 逐次転送と並列転送におけるデータ転送時間の比較実験(2)

- 京都大学内構成

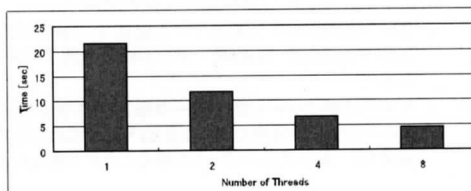


23

4.2 性能評価実験

4.2.2 逐次転送と並列転送におけるデータ転送時間の比較実験(3)

- スレッド数ごとのデータ転送時間(TCP)



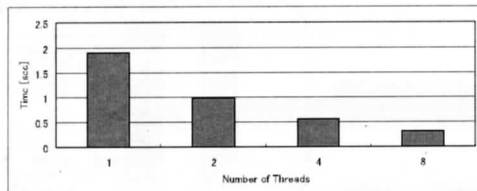
スレッド数を増加させることで、データ転送時間を削減

24

4.2 性能評価実験

4.2.2 逐次転送と並列転送におけるデータ転送時間の比較実験(4)

■ スレッド数ごとのデータ転送時間(RBUDP)



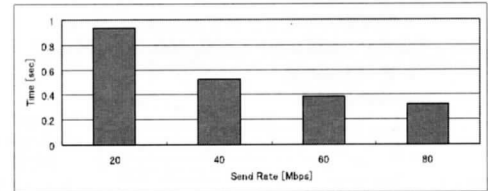
スレッド数を増加させることで、データ転送時間を削減

25

4.2 性能評価実験

4.2.2 逐次転送と並列転送におけるデータ転送時間の比較実験(5)

■ 送信レートごとのデータ転送時間(RBUDP)



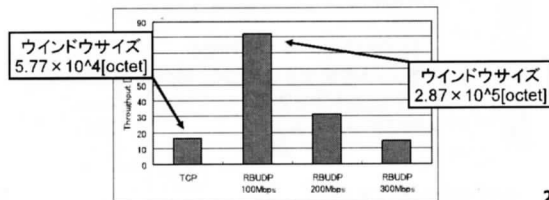
送信レートの増加に伴い、データ転送時間が削減

26

4.3 考察

4.3.1 TCPとRBUDPにおけるデータ転送時間の比較(1)

- TCPと送信レート100[Mbps]のRBUDPとの比較により、RBUDPによるデータ転送の有効性を確認
- Bonsai可視化時のスループットの比較



27

4.3 考察

4.3.1 TCPとRBUDPにおけるデータ転送時間の比較(2)

- RBUDPの送信レートを200, 300[Mbps]とした場合、パケットロスが発生し、データ転送効率が低下
- ボトルネック100[Mbps]のため、パケットロスが大量に発生し、再送処理が繰り返された結果、スループットが低下
- 送信レートが動的に変化しないため、他の通信の影響を受ける環境下での対応は検討が必要

28

4.3 考察

4.3.2 逐次転送と並列転送におけるデータ転送時間の比較(1)

- TCP, RBUDPを用いた際にスレッド数を増加させることで、データ転送時間を削減
 - サーバと他のノード間のデータ転送中の待ち時間を削減することで、短時間でデータ転送を完了できたため
 - サーバと他のノード間のデータ転送の影響を受けてスループットが極端に低くなるということも起こらず、全体的に高いスループットを得ることができたため

29

4.3 考察

4.3.2 逐次転送と並列転送におけるデータ転送時間の比較(2)

- RBUDPの送信レートを増加させることで、データ転送時間の削減を確認
 - 専用線を用いた場合、ネットワーク帯域を考慮してRBUDPの送信レートを設定し並列に転送することで、高速な遠隔可視化が実現できる
- 送信レートを90, 100[Mbps]と設定した場合、パケットロスが多発し可視化処理が完了しない問題も生じた
 - ネットワークの問題ではなく、クライアントマシンの性能に因るものと思われる

30

5. 結論

1. 結論

31

5.1 結論(1)

- 遠隔可視化処理の高速化を目的として、ネットワークにおける伝送遅延の削減のため、RBUDPを遠隔可視化システムに実装し、性能評価実験を行った
 - 帯域を考慮した送信レートでのRBUDPの使用により、伝送遅延の削減を確認
 - 送信レートのボトルネックオーバー時におけるRBUDPの問題点を確認

32

5.1 結論(2)

- 分割可視化におけるクライアントの待ち時間を削減するために、可視化データの転送を並列化し、同様に性能評価実験を行った
 - クライアントにおける待ち時間の削減と共に、他のレンダリングノードのトラフィックへ与える影響が少ないことも確認

33

5.1 結論(3)

- 今後の課題
 - 様々なネットワーク環境下での高速化実現
 - レンダリングを行うためのリソースと速度の関係性や、その結果必要とされるネットワークパフォーマンスとの関係性を調査

34